

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(Translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : September 8, 1998

Application Number : Heisei 10
Patent Appln. No. 254428

Applicant(s) : SHARP KABUSHIKI KAISHA

Wafer
of the
Patent
Office

June 22, 1999

Takeshi ISAYAMA

Commissioner,
Patent Office

Seal of
Commissioner
of
the Patent
Office

Appln. Cert. No.

Appln. Cert. Pat. Hei 11-3044358

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#4/PRIORITY PAPER
1/22/00
B.N.
JCS 864 U.S. PTO
09/391473
09/08/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1998年 9月 8日

出願番号

Application Number:

平成10年特許願第254428号

出願人

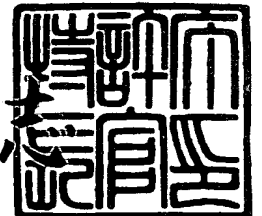
Applicant(s):

シャープ株式会社

1999年 6月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山建



出証番号 出証特平11-3044358

【書類名】 特許願

【整理番号】 98-01974

【提出日】 平成10年 9月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/217
H04N 5/335

【発明の名称】 固体撮像素子の画素欠陥検出装置

【請求項の数】 13

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】 張 小▲忙▼

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】 久保 登

【特許出願人】
【識別番号】 000005049
【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】
【識別番号】 100078282
【弁理士】
【氏名又は名称】 山本 秀策

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 001878
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9005652
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子の画素欠陥検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光電変換素子を配列してなる固体撮像素子の画素欠陥検出装置において、

被検査光電変換素子の入射光量を変化させたときの該入射光量に対する該被検査光電変換素子の出力特性を求め、該被検査光電変換素子の出力特性に基づいて該被検査光電変換素子の画素欠陥の有無を判定する演算手段を備える固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 2】 前記各光電変換素子の出力信号を記憶する画像メモリを備え

、
前記演算手段は、前記画像メモリ内の前記被検査光電変換素子の出力信号を用いて、該被検査光電変換素子の出力特性を求める請求項 1 に記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 3】 前記被検査光電変換素子の出力特性は、異なる複数の入射光量に対する該被検査光電変換素子の複数の出力信号で表される請求項 1 又は 2 に記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 4】 複数の光電変換素子を配列してなる固体撮像素子の画素欠陥検出装置において、

異なる複数の入射光量に対する被検査光電変換素子の各出力を記憶する画像メモリと、

該各入射光量、該各出力及び次式（1）に基づいて、該被検査光電変換素子の光電係数 a 及び入射光量が無い状態での該被検査光電変換素子のオフセット出力レベル b を求め、該光電係数 a 及び該オフセット出力レベル b を予め設定された基準光電係数 a_0 及び基準オフセット出力レベル b_0 と比較することにより、該被検査光電変換素子の画素欠陥の有無を判定する演算手段を備える固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

$$y(x) = ax + b \quad \cdots (1)$$

ただし、 $y(x)$ は前記被検査光電変換素子の出力、 x は入射光量である。

【請求項 5】 前記固体撮像素子に映像を投影する光学手段を備え、

前記固体撮像素子に対する前記光学手段の焦点をずらした状態で、前記光電変換素子の出力を求める請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 6】 前記各入射光量は、前記固体撮像素子に光が入射していないときの入射光量、及び前記固体撮像素子がオーバーフローとなる直前の入射光量を含む請求項 3 乃至 5 のいずれかに記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 7】 予め設定されている基準光電変換係数 a_0 及び基準オフセットレベル b_0 と、前記画像メモリに記憶されている被検査光電変換素子に対して基準となる光電変換素子の出力信号 y_0 を次式 (2) に代入して、前記入射光量 x を求める請求項 4 乃至 6 のいずれかに記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

$$x = (y_0 - b_0) / a_0 \quad \cdots (2)$$

【請求項 8】 前記光電変換素子の出力 y_0 は、少なくとも前記被検査光電変換素子の近傍領域に含まれる複数の光電変換素子の出力のうちの中央値に設定される請求項 7 に記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 9】 前記近傍領域に含まれる前記各光電変換素子として、カラー表示用の各表示色のうちの前記被検査光電変換素子と同一の表示色を表すものだけが選択される請求項 8 に記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 10】 前記被検査光電変換素子の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b と、前記基準光電係数 a_0 及び前記基準オフセット出力レベル b_0 を次式 (3) に代入して、該被検査光電変換素子の欠陥の有無を判定する請求項 4 乃至 9 のいずれかに記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

$$|a_0 - a| < \Delta a \quad \text{かつ} \quad |b_0 - b| < \Delta b : \text{欠陥無し} \quad \cdots (3)$$

ただし、 Δa 及び Δb は予め設定された各しきい値である。

【請求項 11】 前記被検査光電変換素子の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b と、前記基準光電係数 a_0 及び前記基準オフセット出力レベル b_0 を次式 (4) に代入して、該被検査光電変換素子の欠陥の有無及び種類を判定する請求項 4 乃至 9 のいずれかに記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

$|a_0 - a| < \Delta a$ かつ $|b_0 - b| < \Delta b$: 欠陥無し
 $|a_0 - a| \geq \Delta a$: 黒傷有り
 $|b_0 - b| \geq \Delta b$: 白傷有り

... (4)

ただし、 Δa 及び Δb は予め設定された各しきい値である。

【請求項 12】 カラー表示用の各表示色毎に、前記基準光電係数 a_0 及び前記しきい値 Δa を設定する請求項 10 又は 11 に記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【請求項 13】 前記被検査光電変換素子のアドレスデータに基づいて、該被検査光電変換素子の表示色を判定する判定手段を備え、

前記判定手段の判定に基づいて、前記基準光電係数 a_0 及び前記しきい値 Δa を設定する請求項 10 又は 11 に記載の固体撮像素子の画素欠陥検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CCD等の固体撮像素子に発生した欠陥を自動的に検出するための固体撮像素子の画素欠陥検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、CCD等の固体撮像素子は、生産段階で発生した局所的な結晶欠陥など（傷と称する）により画質劣化を招くことが知られている。あるいは、固体撮像素子の出荷後に、宇宙線の照射が原因となって、新たな傷が固体撮像素子に発生することもある。この様な傷には、白傷と黒傷の2種類に分類される。

【0003】

図6のグラフは、入射光量に対する固体撮像素子の光電変換素子（以下画素と称する）の出力特性を示しており、実線Aが正常な画素の出力特性を示し、点線Bが白傷を有する画素の出力特性を示し、一点鎖線Cが黒傷を有する画素の出力特性を示している。点線Bの出力特性から明らかな様に、白傷は、常にバイアス電圧が画素の出力に加算されてしまうという欠陥である。また、一点鎖線Cの出

力特性から明らかな様に、黒傷は、画素の感度が劣化するという欠陥である。

【0004】

従来より、これらの傷を検出して、画素の出力を補正するための各種の装置あるいは方法が提案されている。

【0005】

例えば、特開平 8-195909 号公報には、工場出荷時に既に存在している CCD の傷の位置及びレベルデータを格納する ROM と、工場出荷後に新たに発生した CCD の傷の位置及びレベルデータを格納する EEROM を備え、ROM 及び EEROM 内のデータに基づいて、傷を有する CCD の出力を補正するという技術が開示されている。

【0006】

また、特開平 7-7675 号公報には、 γ 補正処理を行うと、傷を原因とする CCD の出力信号の誤差量が低下して、傷の検出が困難になるので、CCD の出力信号を逆 γ 補正した上で、傷の検出を行うという技術が開示されている。

【0007】

更に、特開昭 62-8666 号公報には、傷を有する画素の出力信号を水平方向にある他の画素の出力信号によって置換したり、あるいは垂直方向にある他の画素の出力信号によって置換するという技術が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来は、工場出荷前及び出荷後にかかわらず、固体撮像素子の傷を検出するために、暗いレベルから明るいレベルまでの基準入射光を固体撮像素子に対して発生する標準光量発生装置や支援システム等を必要とし、専門操作員でなければ、画素の傷の検出と画素の出力の補正を行うことが困難であり、ユーザによる実施はとても望めるものではなかった。

【0009】

そこで、本発明は、標準光量発生装置や格別の支援システム等を必要とせず、ユーザであっても容易に実施することが可能な固体撮像素子の画素欠陥検出装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、複数の光電変換素子を配列してなる固体撮像素子の画素欠陥検出装置において、被検査光電変換素子の入射光量を変化させたときの該入射光量に対する該被検査光電変換素子の出力特性を求め、該被検査光電変換素子の出力特性に基づいて該被検査光電変換素子の画素欠陥の有無を判定する演算手段を備えている。

【0011】

1 実施形態では、前記各光電変換素子の出力信号を記憶する画像メモリを備え、前記演算手段は、前記画像メモリ内の前記被検査光電変換素子の出力信号を用いて、該被検査光電変換素子の出力特性を求めている。

【0012】

1 実施形態では、前記被検査光電変換素子の出力特性は、異なる複数の入射光量に対する該被検査光電変換素子の複数の出力信号で表される。

【0013】

また、本発明は、複数の光電変換素子を配列してなる固体撮像素子の画素欠陥検出装置において、異なる複数の入射光量に対する被検査光電変換素子の各出力を記憶する画像メモリと、該各入射光量、該各出力及び次式(1)に基づいて、該被検査光電変換素子の光電係数 a 及び入射光量が無い状態での該被検査光電変換素子のオフセット出力レベル b を求め、該光電係数 a 及び該オフセット出力レベル b を予め設定された基準光電係数 a_0 及び基準オフセット出力レベル b_0 と比較することにより、該被検査光電変換素子の画素欠陥の有無を判定する演算手段を備えている。

【0014】

$$y(x) = ax + b \quad \dots (1)$$

ただし、 $y(x)$ は前記被検査光電変換素子の出力、 x は入射光量である。

【0015】

1 実施形態では、前記固体撮像素子に映像を投影する光学手段を備え、前記固体撮像素子に対する前記光学手段の焦点をずらした状態で、前記光電変換素子の

出力を求めている。

【0016】

1 実施形態では、前記各入射光量は、前記固体撮像素子に光が入射していないときの入射光量、及び前記固体撮像素子がオーバーフローとなる直前の入射光量を含む。

【0017】

1 実施形態では、予め設定されている基準光電変換係数 a_0 及び基準オフセットレベル b_0 と、前記画像メモリに記憶されている被検査光電変換素子に対して基準となる光電変換素子の出力信号 y_0 を次式 (2) に代入して、前記入射光量 x を求めている。

【0018】

$$x = (y_0 - b_0) / a_0 \quad \cdots (2)$$

1 実施形態では、前記光電変換素子の出力 y_0 は、少なくとも前記被検査光電変換素子の近傍領域に含まれる複数の光電変換素子の出力のうちの中央値に設定される。

【0019】

1 実施形態では、前記近傍領域に含まれる前記各光電変換素子として、カラー表示用の各表示色のうちの前記被検査光電変換素子と同一の表示色を表すものだけが選択される。

【0020】

1 実施形態では、前記被検査光電変換素子の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b と、前記基準光電係数 a_0 及び前記基準オフセット出力レベル b_0 を次式 (3) に代入して、該被検査光電変換素子の欠陥の有無を判定している。

【0021】

$$|a_0 - a| < \Delta a \quad \text{かつ} \quad |b_0 - b| < \Delta b : \text{欠陥無し} \quad \cdots (3)$$

ただし、 Δa 及び Δb は予め設定された各しきい値である。

【0022】

1 実施形態では、前記被検査光電変換素子の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b と、前記基準光電係数 a_0 及び前記基準オフセット出力レベル b_0 を次式 (

4) に代入して、該被検査光電変換素子の欠陥の有無及び種類を判定している。

【0023】

$|a_0 - a| < \Delta a$ かつ $|b_0 - b| < \Delta b$: 欠陥無し
 $|a_0 - a| \geq \Delta a$: 黒傷有り
 $|b_0 - b| \geq \Delta b$: 白傷有り

... (4)

ただし、 Δa 及び Δb は予め設定された各しきい値である。

【0024】

1 実施形態では、カラー表示用の各表示色毎に、前記基準光電係数 a_0 及び前記しきい値 Δa を設定している。

【0025】

1 実施形態では、前記被検査光電変換素子のアドレスデータに基づいて、該被検査光電変換素子の表示色を判定する判定手段を備え、前記判定手段の判定に基づいて、前記基準光電係数 a_0 及び前記しきい値 Δa を設定している。

【0026】

【発明の実施の形態】

まず、本発明の概略を説明する。

【0027】

従来の様に、標準光量発生装置から標準光量を固体撮像素子の全体に与え、格別の支援システムを用いて、固体撮像素子の出力信号から欠陥を有する画素を検出し、この画素の出力を補正する場合、ユーザによる実施はとても望めるものではなかった。

【0028】

本発明においては、標準光量を与える標準光量発生装置を用いないことを前提としている。この場合、固体撮像素子への入射光量を特定できないので、単に、画素の出力信号を該画素の周辺領域の他の画素の出力信号と比較しても、欠陥を有する画素を識別することはできない。例えば、図1のグラフに示す様に、入射光量に対する正常な画素の出力特性 $f_1(x)$ と、入射光量に対する黒傷を有する画素の出力特性 $f_2(x)$ を比較した場合、出力特性 $f_1(x)$ と出力特性 $f_2(x)$ の差（例

例えば Δy_1 、 Δy_2) は入射光量に応じて変化するので、入射光量を正確に特定できなければ、該差に基づいて欠陥を有する画素を識別することは不可能である。また、出力特性 $f_1(x)$ や出力特性 $f_2(x)$ の差を 1 つだけ求めて欠陥の有無を判定しようとしても、白傷や黒傷を正確に識別することはできず、欠陥の有無を厳密に判定することができない。

【0029】

そこで、本発明においては、固体撮像素子の画素の出力特性を次式 (1) の関数で表し、この関数を用いて、欠陥を有する画素を識別している。

【0030】

$$y(x) = ax + b \quad \cdots (1)$$

ただし、 $y(x)$ は被検査画素 (被検査光電変換素子) の出力レベル、 x は入射光量、 a は該画素の光電係数、 b は入射光量が無い状態での該画素のオフセット出力レベルである。

【0031】

正常な各画素の関数を比較すると、該各関数の係数 a 、 b の値は、相互に近くなって、平均的な基準光電係数 a_0 、基準オフセット出力レベル b_0 に略等しくなる。また、黒傷を有する画素の関数の場合は、該画素の関数の光電係数 a が基準光電係数 a_0 よりも小さくなる。更に、白傷を有する画素の関数の場合は、該画素の関数のオフセット出力レベル b が基準オフセット出力レベル b_0 よりも大きくなる。

【0032】

画素の関数の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b は、入射光量に関係無く、常に一定のため、該画素の関数を導出すれば、該画素の欠陥の有無と種類を特定することができる。

【0033】

被検査画素に、暗から明までの相互に異なる N 個の入射光量 $x_0, x_1, \cdots, x_{N-1}$ を与えて、該被検査画素の各出力レベル $y_0, y_1, \cdots, y_{N-1}$ を得たとき、上記式 (1) に基づいて該被検査画素の入出力関係を次式 (5) によって表すことができる。

【0034】

【数1】 …… (5)

$$\begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_{N-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 & 1 \\ x_1 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_{N-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

【0035】

被検査画素の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b を最小2乗法によって求める場合、光電係数 a 及びオフセット出力レベル b は、次式(6)によって導出される誤差の2乗の総和 σ を最小にすることを条件に、次式(7)に被検査画素の入射光量 x_i 及び実際の出力レベル y_i を代入すれば導出することができる(最小2乗法については、例えば日本機械学会編、朝倉書店出版、「センサと信号処理システムII」、pp10-11、1985を参照)。

【0036】

【数2】 …… (6)

$$\sigma = \sum_{i=0}^{N-1} (y(x_i) - y_i)^2 \quad \dots (6)$$

【0037】

【数3】 …… (7)

$$\begin{bmatrix} \sum x_i^2 & \sum x_i \\ \sum x_i & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum x_i y_i \\ \sum y_i \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

【0038】

本発明においては、標準光量発生装置を用いないため、被検査画素の入射光量 x_i が標準光量でなく、特定されない。このため、上記式(7)から光電係数 a 及びオフセット出力レベル b を導出するに先立って、この入射光量 x_i を推定する。

【0039】

被検査画素の入射光量 x_i を推定するために、まず、該被検査画素の近傍領域において、例えば該被検査画素の出力、及び該被検査画素の上下左右の各画素の出力を選択する。このとき、選択した各画素のうちに含まれる同じ種類の欠陥を有する画素の数が選択した各画素の半数以下であれば、選択した各画素の出力レベルの中央値 y_0 を次式 (8) のメディアンフィルタによって抽出して、正常な画素の出力レベルを求めることができる。

【0040】

【数4】 …… (8)

$$\begin{aligned} \bar{y} &= \text{median} \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\} \\ &= y_1; \text{ when } y_2 < y_3 < y_1 < y_4 < y_5 \end{aligned} \quad \dots (8)$$

【0041】

ただし、 y_i ($i = 1, \dots, 5$) は近傍領域の5個の画素の出力レベルである。

【0042】

例えば、 y_1 が正常な画素の出力レベル、 y_2, y_3 が黒傷を有する画素の出力レベル (正常な画素の出力レベルよりも小さい)、 y_4, y_5 が白傷を有する画素の出力レベル (正常な画素の出力レベルよりも大きい) とすると、メディアンフィルタによって抽出された中央値 y_0 は、正常な画素の出力レベル y_1 となる。あるいは、近傍領域から正常な各画素のみが選択されたときには、正常な各画素の出力レベルのうちの中央値が選択される。

【0043】

正常な画素の出力レベル y_0 を求めると、この出力レベル y_0 を次式 (2) に代入して、被検査画素の入射光量 x を求めることができる。

【0044】

$$x = (y_0 - b_0) / a_0 \quad \dots (2)$$

ただし、 a_0 は正常な各画素の平均的な基準光電係数、 b_0 は正常な各画素の平均的な基準オフセット出力レベルである。

【0045】

暗から明までの相互に異なる N 個の入射光量 x_0, x_1, \dots, x_{N-1} の光を入射する度に、近傍領域から正常な画素の出力レベル y_0 を求め、この出力レベル y_0 を上記式(2)に代入し、これによって該各入射光量 x_0, x_1, \dots, x_{N-1} を逆算して求める。

【0046】

こうして被検査画素の各入射光量 x_0, x_1, \dots, x_{N-1} が求められると、これらの入射光量と、該各入射光量に対する被検査画素の実際の出力レベル y_0, y_1, \dots, y_{N-1} を上記式(7)に代入して、該被検査画素の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b を導出することができる。

【0047】

更に、カラー表示を前提とすると、各表示色毎に、基準光電係数 a_0 が異なる。このため、例えば R, G, B の3原色によってカラー表示を行うならば、 R, G, B の各原色毎に、基準光電係数 a_0 を設定する必要がある。この場合、各原色毎に、被検査画素の近傍領域から該被検査画素と同一の表示色を表す各画素を選択し、選択した各画素について、上記式(8)に基づく出力レベルの中央値の抽出、上記式(2)に基づく入射光量 x の導出、及び上記式(7)に基づく光電係数 a の導出を逐次行う。

【0048】

ただし、上記式(2)において、 R, G, B の各原色の予め設定された基準光電係数を a_{0R}, a_{0G}, a_{0B} とする。また、 R, G, B の各原色毎に求められたそれぞれの光電係数を a_R, a_G, a_B とする。

【0049】

オフセット出力レベル b 、及び基準オフセット出力レベル b_0 については、各原色別に求める必要がなく、各原色に共通の値を設定すれば良い。

【0050】

ところで、本発明の様に標準光量発生装置等の格別な機器を用いない場合は、固体撮像素子の全体に均一な光量を入射させることは非常に困難である。このため、本発明においては、被検査画素の近傍領域を可能な限り小さくして、均一な

光量が入射する近傍領域を設定せなければならない。

【0051】

例えば、カラー表示のために図2に示す様な原色ベイヤー配列のカラーフィルターを利用している場合、原色Rについては、被検査画素R1の近傍領域mask1を設定し、この近傍領域mask1から9個の各画素R1, Riを選択して、入射光量を求める。同様に、原色Bについては、被検査画素B1の近傍領域mask2を設定し、この近傍領域mask2から9個の各画素B1, Biを選択して、入射光量を求める。更に、原色Gについては、被検査画素G1の近傍領域mask3もしくはmask4を設定し、これらの近傍領域mask3もしくはmask4から9個の各画素G1, Giもしくは5個の各画素G1, Giを選択して、入射光量を求める。

【0052】

原色Gは人が最も鋭敏に感知するので、この原色Gについては、最も小さな近傍領域mask4を設定し、これによって被検査画素の入射光量を厳密に求めているのが好ましい。

【0053】

この様にして各被検査画素毎に、入射光量及び出力レベルを求め、被検査画素の表示色に応じて各光電係数 a_R , a_G , a_B のいずれかを導出するとともに、R, G, Bの各原色に共通の基準オフセット出力レベル b_0 を導出した後、次式(9)、(10)及び(11)に基づいて、各被検査画素の欠陥の有無と種類を判定する。

【0054】

被検査画素の原色Rを表示する場合は、

$$\begin{aligned} &|a_{0R} - a_R| < \Delta a_R \text{ かつ } |b_0 - b| < \Delta b_R : \text{欠陥無し} \\ &|a_{0R} - a_R| \geq \Delta a_R : \text{黒傷有り} \\ &|b_0 - b| \geq \Delta b_R : \text{白傷有り} \\ &\dots (9) \end{aligned}$$

被検査画素の原色Bを表示する場合は、

$$\begin{aligned} &|a_{0B} - a_B| < \Delta a_B \text{ かつ } |b_0 - b| < \Delta b_B : \text{欠陥無し} \\ &|a_{0B} - a_B| \geq \Delta a_B : \text{黒傷有り} \end{aligned}$$

$$|b_0 - b| \geq \Delta b_B \quad : \text{白傷有り} \quad \dots (10)$$

被検査画素の原色Gを表示する場合は、

$$\begin{aligned} |a_{0G} - a_G| < \Delta a_G \text{ かつ } |b_0 - b| < \Delta b_G & : \text{欠陥無し} \\ |a_{0G} - a_G| \geq \Delta a_G & : \text{黒傷有り} \\ |b_0 - b| \geq \Delta b_G & : \text{白傷有り} \end{aligned} \quad \dots (11)$$

ただし、 Δa_R 、 Δa_B 、 Δa_G 、及び Δb_R 、 Δb_B 、 Δb_G はしきい値であり、判別精度の向上を考慮して、これらのしきい値をR、G、Bの各原色別に定めている。

【0055】

なお、上記式(7)に基づいて光電係数a及びオフセット出力レベルbを求めるには、該式(7)の左辺の変数が0でなければ、つまり次式(12)が成立しなければならない。すなわち、上記式(5)のN個の関数列は相互に独立していなければならない。理想条件に近い(ホワイトノイズなどが存在しない)場合には、N個の関数列が相関であるために、該式(12)が成立しなくなる。このとき、光電係数 $a = a_0$ 、オフセット出力レベル $b = b_0$ となる。

【0056】

【数5】 $\dots\dots (12)$

$$\begin{vmatrix} \sum x_i^2 & \sum x_i \\ \sum x_i & N \end{vmatrix} \neq 0 \quad \dots (12)$$

【0057】

こうして各被検査画素毎に、被検査画素の欠陥の有無と種類を判定した後、被検査画素に欠陥があれば、この欠陥を有する画素の出力レベルを補正する。

【0058】

白傷を有する画素は、その出力に加算されるバイアス電圧が温度に応じて変化し、また黒傷を有する画素は、その感度が劣化しているので、画素の出力に対し

て一定の電圧を加算したり減算するという補正方法は充分とはいえず、欠陥を有する画素の出力信号を該画素の近傍の他の各画素の出力信号によって補正するのが適切である。

【0059】

また、水平方向及び垂直方向のいずれか一方に並ぶ他の各画素の出力信号だけでなく、両方向に並ぶ他の各画素の出力信号に基づいて、欠陥を有する画素の出力信号を補正するのが望ましい。これは、欠陥を有する画素が被写体のエッジに位置している場合、エッジから水平方向及び垂直方向に並ぶ各画素による表示が異なるので、欠陥を有する画素一方のみに並ぶ他の各画素の出力信号を用いて補正を行うと、色ずれが生じるためである。

【0060】

更に、表示される各原色毎に、画素の出力レベルの補正を行うことが望ましい。例えばR、G、Bの各原色を表示している場合、Gの原色は、R、Bの各原色よりも重要であるため、原色ペイヤー配列の分布を利用して、Gの原色をより精密に補正する。

【0061】

例えば、図2に示す様に、原色Rについては、被検査画素R1の近傍領域mask1を設定し、原色Bについては、被検査画素B1の近傍領域mask2を設定する。そして、被検査画素の補正された出力レベルを $y(i, j)$ とすると、次式(13)に基づいて、該被検査画素の近傍領域における該被検査画素と同一の表示色を有する他の8個の各画素の出力レベルの平均を求める。

【0062】

$$\begin{aligned} y(i, j) = & [y(i-2, j-2) + y(i, j-2) + y(i+2, j-2) \\ & + y(i-2, j) + y(i+2, j) + y(i-2, j+2) \\ & + y(i, j+2) + y(i+2, j+2)] / 8 \quad \dots\dots (13) \end{aligned}$$

また、図2に示す様に、原色Gについては、被検査画素G1の近傍領域mask4を設定する。そして、被検査画素の補正された出力レベルを $y(i, j)$ とすると、次式(14)に基づいて、該被検査画素の近傍領域における該被検査画素と同一の表示色を有する他の4個の各画素の出力レベルの平均を求める。

【0063】

$$y(i, j) = [y(i-1, j-1) + y(i+1, j-1) + y(i-1, j+1) + y(i+1, j+1)] / 4 \quad \dots\dots (14)$$

ただし、i, j等は画素の座標を示す。

【0064】

原色Gは人が最も鋭敏に感知するので、この原色Gについては、最も小さな近傍領域mask4を設定し、これによって出力レベルを厳密に求めている。

【0065】

さて、本発明の画素欠陥検出装置の一実施形態は、例えばデジタルスチルカメラの固体撮像素子（CCD）の画素欠陥検出のために適用される。このデジタルスチルカメラには、画素欠陥検出のための専用モードを設定しておく。この専用動作モードを設定した場合は、所定の操作のもとに、固体撮像素子の欠陥検出がほぼ自動的に行われ、欠陥を有する画素の位置や該画素の出力特性が記録され、通常の撮像モードを設定したときには、この記録内容に基づいて、欠陥を有する画素の出力信号が補正される。

【0066】

固体撮像素子の画素欠陥検出に際しては、欠陥を有する画素の出力信号の誤差量を低下させないために、固体撮像素子の出力信号に対してγ補正を施さない。

【0067】

本実施形態の画素欠陥検出装置においては、固体撮像素子の入射光を変化させて、固体撮像素子の出力特性を求める。固体撮像素子の入射光を変化させるために、デジタルスチルカメラの絞り、ストロボ、シャッタースピード等の機能を適宜に組み合わせて、これらの機能を作動させる。

【0068】

また、固体撮像素子の全体にほぼ一様なレベルの入射光を入射させるために、デジタルスチルカメラのピントをずらす。例えば、一様な階調の壁やパネルをデジタルスチルカメラによって撮像し、これによって固体撮像素子の全体にほぼ一様なレベルの入射光を入射させる場合でも、デジタルスチルカメラのピントをずらせば、被写体の階調ムラや該被写体に対する照明のむらをぼかすことができ、

固体撮像素子の全体により均一なレベルの入射光を入射させることができる。

【0069】

図3は、本発明の画素欠陥検出装置の一実施形態を適用したデジタルスチルカメラを示すブロック図である。図3において、光は、レンズ部1、絞り2及びシャッター3を介して固体撮像素子（例えばCCD）4に入射し、この固体撮像素子4の撮像画面に映像が投影される。固体撮像素子4は、複数の光電変換素子（以下画素と称す）を水平及び垂直方向に配列してなり、映像が該各画素に投影される。これらの画素の出力信号は、スイッチングモジュール5を介して画像処理部6に順次送出される。ストロボ7は、シャッター3の開閉動作に同期して発光し、光を被写体に照射するものである。操作キー群8は、該デジタルスチルカメラを操作するためのものである。

【0070】

画像処理部6は、画像メモリ11、EEROM12、データテーブル13及び制御信号生成部14、プロセッサ15等を備えている。画像メモリ11は、固体撮像素子4の各画素の出力レベル、つまり撮像された画像を示す画像データを記録するものであり、少なくとも3つの画像を記録することができる。EEROM12は、欠陥を有する画素の座標位置、R、G、Bの各原色毎に予め設定された各基準光電係数 a_{0R} 、 a_{0G} 、 a_{0B} 、各しきい値 Δa_R 、 Δa_B 、 Δa_G 、各しきい値 Δb_R 、 Δb_B 、 Δb_G 、及び基準オフセット出力レベル b_0 、固体撮像素子4の撮像画面のサイズ（撮像画面における水平及び垂直方向の各画素数 $I0 \times J0$ ）等を記憶するものである。データテーブル13は、画像データに施される γ 補正を行うときに用いられるデータ、画像データに施されるJPEG圧縮を行うときに用いられるデータ等を記憶している。制御信号生成部14は、プロセッサ15からの指令に応答して、レンズ部1、絞り2、シャッター3、固体撮像素子4、スイッチングモジュール5、及びストロボ7等を制御するための制御信号を生成して出力する。プロセッサ15は、該画像処理部6を統括的に制御し、画像データの処理、各種の演算処理等を行う。

【0071】

この様な画像処理部6は、1チップのLSI上に作製することができる。

【0072】

本実施形態のデジタルスチルカメラにおいては、操作キー群 8 を操作することによって、通常の撮影動作モードを選択することができる。

【0073】

通常の撮影動作モードにおいては、操作キー群 8 が適宜に操作されると、これに応答してプロセッサ 15 は、レンズ部 1 を駆動制御して、固体撮像素子 4 の撮像画面に投影される映像のピントを合わせ（オートフォーカス）、絞り 2 による絞り量を調節し、シャッター 3 を開閉し、ストロボ 7 をシャッター 3 の開閉動作に同期させて発光させる。この結果、映像が固体撮像素子 4 によって撮像される。プロセッサ 15 は、スイッチングモジュール 5 を通じて固体撮像素子 4 から画像データを入力して、該画像データを画像メモリ 11 に一旦記憶し、この画像データに対する画像処理（ γ 補正や画像圧縮）を施し、この画像データを図示しない記録媒体の録画機構に送出する。録画機構は、画像データを記録媒体に記録する。

【0074】

また、本実施形態のデジタルスチルカメラにおいては、操作キー群 8 を操作することによって、画素欠陥検出モードを選択することができる。画素欠陥検出モードを選択した場合、プロセッサ 15 は、図 4 のフローチャートに示す処理を実行し、これによって欠陥を有する画素を自動的に検出し、この画素の座標位置を EEROM 12 に記憶する。このため、格別の装置や知識は不要であり、ユーザであっても、欠陥画素の検出を行うことができる。

【0075】

まず、プロセッサ 15 は、画像メモリ 11 内に 3 枚分の画像データの格納領域を用意し、また γ 補正、画像圧縮、レンズ部 1 のオートフォーカスを停止し、更に該レンズ部 1 を駆動制御して、該レンズ部 1 のピントを例えば ∞ に合わせる（ステップ 101, 102）。

【0076】

この後、プロセッサ 15 は、シャッター 3 による開放時間を 0 に設定してから、固体撮像素子 4 の各画素の出力信号をスイッチングモジュール 5 を介して入力

し、これらの画素の出力レベルを画像メモリ 11 の 1 枚目の画像データの格納領域に記憶する（ステップ 103）。

【0077】

シャッター 3 による開放時間を 0 に設定した場合は、固体撮像素子 4 の各画素に対する入射光量が 0 であるから、該各画素の出力レベルは最も低くなる。

【0078】

引き続いて、プロセッサ 15 は、絞り 2 を開放に設定し、シャッター 3 を開閉し、ストロボ 7 をシャッター 3 の開閉動作に同期させて発光させる。そして、プロセッサ 15 は、固体撮像素子 4 の各画素の出力信号をスイッチングモジュール 5 を介して入力し、これらの画素の出力レベルを画像メモリ 11 の 2 枚目の画像データの格納領域に記憶する（ステップ 104）。

【0079】

このとき、シャッター 3 の開放時間は、固体撮像素子 4 がオーバーフローとなる直前の入射光量が該固体撮像素子 4 の各画素に入射する様に設定され、これによって該各画素の出力レベルが最も高くなる。また、先に述べた様に、一様な階調の壁やパネルを撮像すれば、固体撮像素子 4 により撮像された映像が略一様な階調になるので、欠陥を有する画素を検出するには好ましい。その上、レンズ部 1 のピントを ∞ に合わせているので、固体撮像素子 4 により撮像された映像がぼけて更に一様な階調となる。この様な一様な階調の映像は、出力レベルが特に低かったり（暗い）、出力レベルが特に高い（明るい）画素、つまり欠陥を有する画素を検出するのに好適である。

【0080】

更に、プロセッサ 15 は、絞り 2 を十分に絞り込み、シャッター 3 を開閉し、ストロボ 7 をシャッター 3 の開閉動作に同期させて発光させる。そして、プロセッサ 15 は、固体撮像素子 4 の各画素の出力信号をスイッチングモジュール 5 を介して入力し、これらの画素の出力レベルを画像メモリ 11 の 3 枚目の画像データの格納領域に記憶する（ステップ 105）。

【0081】

絞り 2 を十分に絞り込み、ストロボ 7 を発光させて、シャッター 3 を開閉して

いるので、固体撮像素子4の各画素に対する入射光量がステップ103と104のときの各入射光量の間になり、該各画素の出力レベルも中間となる。このときも、デジタルスチルカメラの視野がステップ104のときと同一であるのが好ましく、先に述べた様に、一様な階調の壁やパネルを撮像するのが良い。勿論、レンズ部1のピントを ∞ に合わせているので、固体撮像素子4により撮像された映像がぼけて更に一様な階調となる。

【0082】

この様に各ステップ103, 104, 105においては、入射光量が最小のときの固体撮像素子4の各画素の出力レベル、入射光量が中間のときの固体撮像素子4の各画素の出力レベル、及び入射光量が最大のときの固体撮像素子4の各画素の出力レベルを画像メモリ11に記憶する。

【0083】

これによって、固体撮像素子4の各画素毎に、上記式(5)の入出力関係($N-1=2$)が実現される。

【0084】

次に、プロセッサ15は、固体撮像素子4の各画素のアドレスデータ、つまり座標位置(i, j)を順次指定し、座標位置(i, j)を指定する度に、指定した座標位置(i, j)に基づいて、該座標位置(i, j)にある画素がR, G, Bの各原色のいずれを表示するのかを判定し、更に該画素の関数を導出して、該画素の欠陥の有無と種類を判定する。

【0085】

本実施形態では、図2に示す原色ベイヤー配列のカラーフィルターを利用しているため、画素の座標位置(i, j)に基づいて、該座標位置(i, j)にある画素がR, G, Bの各原色のいずれを表示するのかを判定することができる。

【0086】

最初、プロセッサ15は、座標位置(i, j)を(0, 0)に初期設定する。また、R, G, Bの各原色毎に予め設定された各基準光電係数 a_{0R} , a_{0G} , a_{0B} 、各しきい値 Δa_R , Δa_B , Δa_G 、各しきい値 Δb_R , Δb_B , Δb_G 、及び基準オフセット出力レベル b_0 、固体撮像素子4の撮像画面のサイズ(撮像画面における

水平及び垂直方向の各画素数 $(I0-1) \times (J0-1)$ 等を E E R O M 1 2 から読み出す (ステップ 106)。

【0087】

そして、プロセッサ 15 は、座標位置 (i, j) の i, j 別に、偶数であるか否かを判定する (ステップ 107, 108)。

【0088】

ここでは、初期設定された座標位置 $(0, 0)$ の 0 が偶数とみなされ (ステップ 107, 108 共に Yes)、図 2 に示す原色ペイヤー配列においては i, j が共に偶数である座標位置の画素が R の原色を表示するので、R の原色を表示する画素の欠陥の有無及び種類の判定が行われる (ステップ 109)。

【0089】

上記ステップ 109 において、プロセッサ 15 は、座標位置 $(0, 0)$ の画素を被検査画素とみなし、各ステップ 103~105 において画像メモリ 11 に記憶した 3 枚分の画像データから必要な各画素の出力レベルを抽出しつつ、上記式 (8) 及び (2) に基づいて、該被検査画素の入射光量を求め、上記式 (7) に基づいて、該被検査画素の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b を求め、上記式 (9) に基づいて、該被検査画素の欠陥の有無と種類を判定し、該被検査画素に欠陥があれば、該被検査画素の欠陥の種類 (白傷又は黒傷) と該座標位置を画像メモリ 11 に記憶する。

【0090】

この後、プロセッサ 15 は、 i に 1 を加算して更新した座標位置 (i, j) が画像サイズ $(I0-1)$ から外れないことを確認した後 (ステップ 110, No)、 i に 1 を加算して座標位置 (i, j) を更新し (ステップ 111)、ステップ 107 に戻る。

【0091】

更新した座標位置 (i, j) の i は、1 という奇数となる。従って、 i が奇数と判定され (ステップ 107, No)、 j が偶数であると判定され (ステップ 112, Yes)、図 2 に示す原色ペイヤー配列においては該座標位置 (i, j) の画素が G の原色を表示するので、G の原色を表示する画素の欠陥の有無及び種類の判定

が行われる（ステップ 113）。

【0092】

ステップ 113 において、プロセッサ 15 は、座標位置 (1, 0) の画素を被検査画素とみなし、各ステップ 103～105 において画像メモリ 11 に記憶した 3 枚分の画像データから必要な各画素の出力レベルを抽出しつつ、上記式 (8) 及び (2) に基づいて、該被検査画素の入射光量を求め、上記式 (7) に基づいて、該被検査画素の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b を求め、上記式 (10) に基づいて、該被検査画素の欠陥の有無と種類を判定し、該被検査画素に欠陥があれば、該被検査画素の欠陥の種類（白傷又は黒傷）と該座標位置を画像メモリ 11 に記憶する。

【0093】

以降同様に、図 2 に示す原色ペイヤー配列においては座標位置 (i, 0) の各画素の表示色が R と G に交互に代わるので、ステップ 109 と 113 が交互に行われて、座標位置 (i, 0) の各画素の欠陥の有無と種類が判定され、その度に欠陥を有する被検査画素の欠陥の種類と座標位置が画像メモリ 11 に記憶される。

【0094】

そして、 i に 1 を加算して更新した i が $I0$ に達すると（ステップ 110, Yes）、プロセッサ 15 は、 j に 1 を加算して更新した座標位置 (i, j) が画像サイズ ($J0-1$) から外れないことを確認した後（ステップ 114, No）、 j に 1 を加算して j を 1 に更新する（ステップ 115）。この j が奇数であるため（各ステップ 108, 112 共に No）、 i が偶数であるか否かに応じて（ステップ 107）、各ステップ 113, 116 のいずれが行われる。

【0095】

ステップ 113 においては、先に述べた様に G の原色を表示する画素の欠陥の有無及び種類の判定が行われる。ステップ 114 においては、B の原色を表示する画素の欠陥の有無及び種類の判定が行われる。この判定を行うために、プロセッサ 15 は、各ステップ 103～105 において画像メモリ 11 に記憶した 3 枚分の画像データから必要な各画素の出力レベルを抽出しつつ、上記式 (8) 及び (2) に基づいて、被検査画素の入射光量を求め、上記式 (7) に基づいて、該

被検査画素の光電係数 a 及びオフセット出力レベル b を求め、上記式 (11) に基づいて、該被検査画素の欠陥の有無と種類を判定し、該被検査画素に欠陥があれば、該被検査画素の欠陥の種類（白傷又は黒傷）と該座標位置を画像メモリ 11 に記憶する。

【0096】

図 2 に示す原色ベイヤー配列から明らかな様に、座標位置 $(i, 1)$ の各画素の表示色が B と G に交互に代わるので、ステップ 109 と 113 を交互に行うことによって、座標位置 $(i, 1)$ の各画素の欠陥の有無と種類を判定することができる。プロセッサ 15 は、欠陥を有する被検査画素の欠陥の種類と座標位置を画像メモリ 11 に記憶する。

【0097】

以降同様に、 j に 1 を加算する度に、 i を $0 \sim (I0-1)$ の範囲で順次変化させて、座標位置 $(0 \sim (I0-1), j)$ の各画素の欠陥の有無と種類を逐次判定し、1 を加算して更新した i が $(I0-1)$ に達し（ステップ 110, Yes）、かつ 1 を加算して更新した j が $(J0-1)$ に達すると（ステップ 114, Yes）、全ての画素について欠陥の有無と種類の判定を終了したことになるので、プロセッサ 15 は、欠陥を有する全ての各画素の欠陥の種類と座標位置を画像メモリ 11 から読み出して EEROM 12 に記憶する。

【0098】

こうして固体撮像素子 4 の全ての各欠陥画素の欠陥の種類と座標位置を EEROM 12 に記憶した後は、先に述べた撮影動作モードにおいて、各欠陥画素の出力レベルを補正するために次の様な処理がなされる。

【0099】

操作キー群 8 を操作して、通常の撮像モードを設定すると、映像が固体撮像素子 4 によって撮像され、プロセッサ 15 は、スイッチングモジュール 5 を通じて固体撮像素子 4 から画像データを入力する。

【0100】

スイッチングモジュール 5 は、図 5 に示す様に構成されており、3 つの各端子 SW1, SW2, SW3 を備えている。切片 5a が端子 SW1 に切換接続されている

ときには、固体撮像素子4の出力がそのままプロセッサ15に送出され、各画素の出力レベルが画像メモリ11に記憶される。

【0101】

また、プロセッサ15は、EEROM12から欠陥を有する画素の座標位置(i, j)を読み出し、該座標位置(i, j)に基づいて欠陥を有する該画素の表示色を識別し、該画素の出力信号が出力されるタイミングで、スイッチングモジュール5を端子SW2又はSW3に切り換える。つまり、図4の各ステップ107, 108, 112と同様に座標位置(i, j)に基づいて欠陥を有する画素の表示色を判定し、該画素の表示色がR及びBであれば、出力信号が該画素から出力されるタイミングで、スイッチングモジュール5を端子SW2に切り換え、また該画素の表示色がGであれば、出力信号が該画素から出力されるタイミングで、スイッチングモジュール5を端子SW3に切り換える。

【0102】

プロセッサ15は、R及びBの原色を有する欠陥画素の出力信号をスイッチングモジュール5の端子SW2から入力したときには、上記式(13)の演算を行うのに必要なデータが固体撮像素子4から画像メモリ11に送出され記録された時点で、該式(13)の演算を行って、該欠陥画素の出力レベルを求め、この求められた出力レベルを画像メモリ11の該欠陥画素のアドレスに記憶する。

【0103】

また、プロセッサ15は、Gの原色を有する欠陥画素の出力信号をスイッチングモジュール5の端子SW3から入力したときには、上記式(14)の演算を行うのに必要なデータが固体撮像素子4から画像メモリ11に送出され記録された時点で、該式(14)の演算を行って、該欠陥画素の出力レベルを求め、この求められた出力レベルを画像メモリ11の該欠陥画素のアドレスに記憶する。

【0104】

この様にスイッチングモジュール5の切片5aを各端子SW1, SW2, SW3に切り換えることによって、固体撮像素子4からの画像データを画像メモリ11に記憶しつつ、ほぼリアルタイムで、欠陥画素の出力レベルを補正することができる。

【0105】

この後、画像メモリ 11 内の画像データに対する画像処理（ γ 補正や画像圧縮）を施し、この画像データを記録媒体の録画機構に送出して、画像データを記録媒体に記録する。

【0106】

なお、図 4 の各ステップ 107, 108, 112 と同様に座標位置 (i, j) に基づいて欠陥を有する画素の表示色を判定する代わりに、i 及び j の最下位ビットが 0 のときには i 及び j が偶数であり、i 及び j の最下位ビットが 1 のときには i 及び j が奇数であることに着目し、i と j の排他的論理和が偽であれば、画素の表示色が R 又は B であると判定し、i と j の排他的論理和が真であれば、画素の表示色が G であると判定しても良い。

【0107】

なお、先に述べた画素欠陥検出モードを選択したときには、切片 5a が端子 SW1 に常に接続されている。

【0108】

以上の説明から明らかな様に、本実施形態のデジタルスチルカメラにおいては、標準光量発生装置や格別の支援システム等を必要とせず、複数回の撮像によって 3 枚の画像データを得るだけで、欠陥画素の座標位置や種類、あるいは欠陥画素の出力信号の補正が自動的に行われるので、ユーザであっても欠陥画素の検出及び補正を容易に実施することが可能である。

【0109】

本発明は、上記実施形態に限定されるものでなく、多様に変形することが可能である。例えば、各画素毎に、3 つの入射光量に対する 3 つの出力レベルに基づいて、光電係数 a 及びはオフセット出力レベル b を求めているが、2 つの入射光量に対する 2 つの出力レベルに基づいて、あるいは 4 つの入射光量に対する 4 つの出力レベルに基づいて、光電係数 a 及びはオフセット出力レベル b を求めても良い。

【0110】

また、2 つの入射光量に対する 2 つの出力レベルに基づいて、光電係数 a 及び

はオフセット出力レベル b を求める場合は、上記各(5)、(6)、(7)を必要とせず、上記式(8)、(2)に基づいて2つの入射光量を求め、これらの入射光量に対する画素の2つの出力レベルを検出すれば、光電係数 a 及びはオフセット出力レベル b を導出することができる。

【0111】

更に、本実施形態においては、画素の出力を1次関数によって近似的に表しているが、これは演算回路の規模、演算量及び演算時間を実用的な範囲におさめるためである。光電変換素子の出力特性は、厳密には非線形である。また、光電変換素子の出力特性を1つの線形関数で近似することが困難なときには、演算回路の規模、演算量及び演算時間の増大を可能な限り抑えることを条件に、複数の線形関数の組み合わせや別の関数を適用することが考えられる。どのような関数を採用するにしても、画素の実際の出力特性を関数で表して、この関数の係数の大小によって該画素の欠陥の有無と種類を判定する。

【0112】

また、上記式(8)のメディアンフィルタだけでなく、他の方法によって正常な画素の出力レベルを求めても良い。例えば、被検査画素の近傍領域における各画素の出力レベルの最大値と最小値を除いてから、メディアンフィルタを適用したり、被検査画素の近傍領域における各画素の出力レベルに対して周知の統計処理を施すことによって、正常な画素の出力レベルを求めても良い。更に、被検査画素の近傍領域として様々な領域を指定しても構わない。

【0113】

また、本実施形態では、CCDを例示しているが、本発明は、これに限定されるものではない。例えば、CID、CPD等の固体撮像素子にも、本発明を適用することができる。あるいは、本発明は、デジタルスチルカメラだけでなく、ビデオカメラ、フィルムスキャナー等の固体撮像素子に適用することができる。

【0114】

更に、カラーフィルターとして、原色ベイヤー配列のカラーフィルターを例示しているが、各原色や各補色等を所定の法則に従って配列した他の種類のカラーフィルターを適用することが可能である。

【0115】

【発明の効果】

以上説明した様に、本発明によれば、被検査光電変換素子の入射光量を変化させたときの該入射光量に対する該被検査光電変換素子の出力特性を求め、該被検査光電変換素子の出力特性に基づいて該被検査光電変換素子の欠陥を判定している。

【0116】

あるいは、本発明によれば、相互に異なる複数の入射光量に対する被検査光電変換素子の各出力を画像メモリに記憶しておき、該各入射光量、該各出力及び次式(1)に基づいて、該被検査光電変換素子の光電係数 a 及び入射光量が無い状態での該被検査光電変換素子のオフセット出力レベル b を求め、該光電係数 a 及び該オフセット出力レベル b を予め設定された基準光電係数 a_0 及び基準オフセット出力レベル b_0 と比較することにより、該被検査光電変換素子の欠陥を判定している。

【0117】

$$y(x) = ax + b \quad \dots (1)$$

ただし、 $y(x)$ は前記被検査光電変換素子の出力、 x は入射光量である。

【0118】

この様に被検査光電変換素子の出力特性を求め、この出力特性に基づいて、該被検査光電変換素子の欠陥を判定する場合は、従来の様に標準光量発生装置や格別の支援システム等を必要としないので、ユーザであっても容易に光電変換素子の欠陥を検出することができる。また、光電変換素子の欠陥の有無だけでなく、その種類をも判定することが可能となる。

【0119】

また、固体撮像素子に対する焦点をずらした状態で、光電変換素子の出力を求めているので、該光電変換素子の近傍領域においては略一様な光が入射することになり、この近傍領域の複数の光電変換素子の出力信号から正常な光電変換素子の出力信号を特定して、実際の入射光量を推定することが可能になる。

【0120】

更に、各入射光量は、固体撮像素子に光が入射していないときの入射光量、及び固体撮像素子がオーバーフローとなる直前の入射光量等に設定している。これらの入射光量は、ビデオカメラやデジタルスチルカメラのシャッター速度、絞り、ストロボ等を適宜に制御することによって容易に実施することができる。

【0121】

また、カラー表示の場合は、各表示色別に、光電変換素子の検査を行っているので、光電変換素子の欠陥の有無と種類を正確に判定することができる。

【0122】

更に、カラー表示の場合は、各画素のアドレスデータ（座標位置）に基づいて、各画素の表示色を判定しているので、演算を速やかに行うことができる。

【0123】

【図面の簡単な説明】

【図1】

光電変換素子の入出力特性を説明するために用いたグラフである。

【図2】

原色ベイヤー配列のカラーフィルターにおける各原色の配列を示す平面図である。

【図3】

本発明の画素欠陥検出装置の一実施形態を適用したデジタルスチルカメラ示すブロック図である。

【図4】

図3の装置における処理を示すフローチャートである。

【図5】

図3の装置におけるスイッチングモジュールを示すブロック図である。

【図6】

光電変換素子の入出力特性を説明するために用いたグラフである。

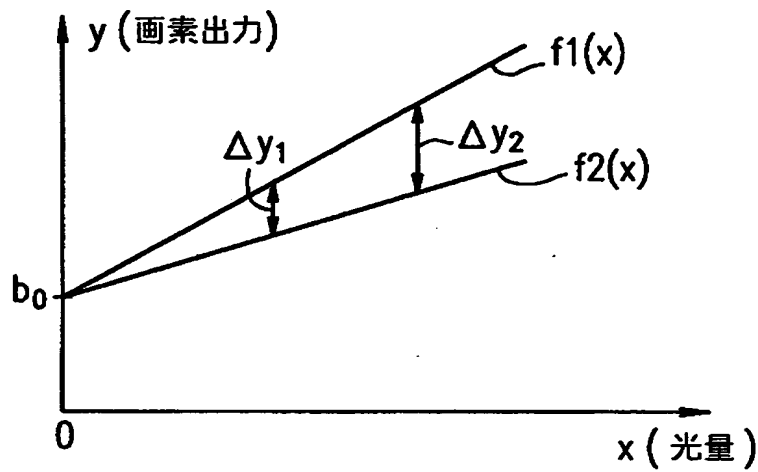
【符号の説明】

- 1 レンズ部
- 2 絞り

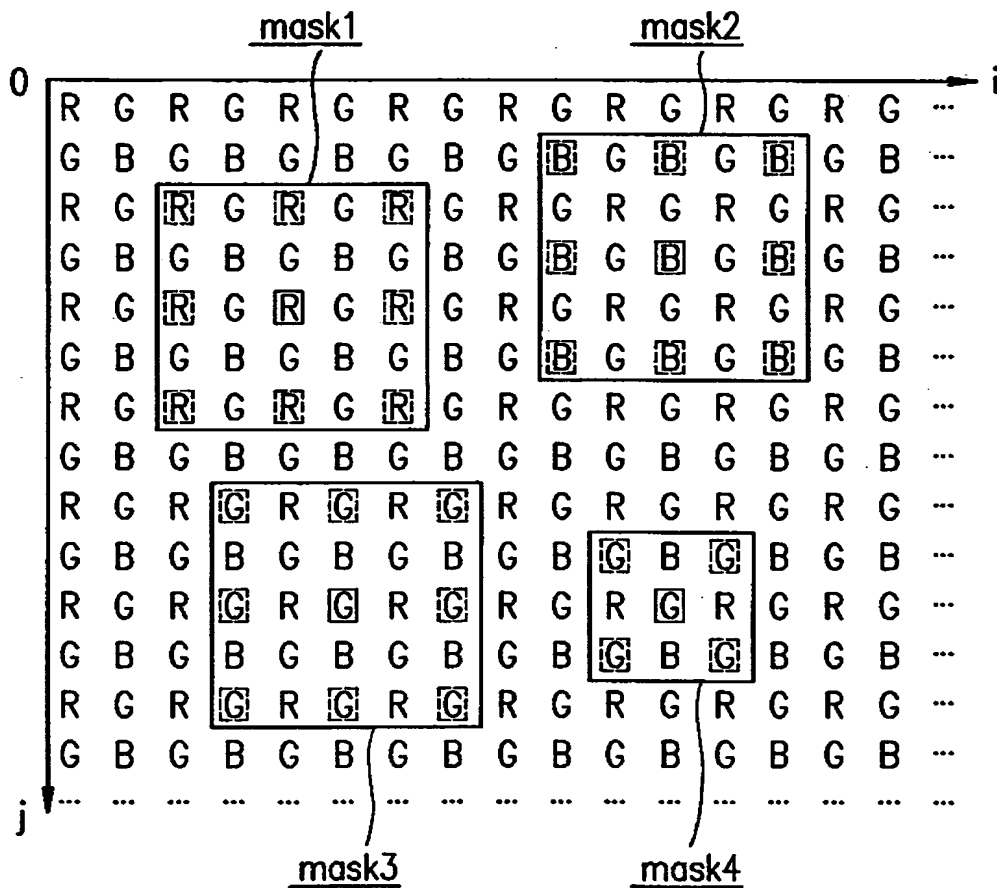
- 3 シャッター
- 4 固体撮像素子
- 5 スイッチングモジュール
- 6 画像処理部
- 7 ストロボ
- 8 操作キー群
- 11 画像メモリ
- 12 E E R O M
- 13 データテーブル
- 14 制御信号生成部
- 15 プロセッサ

【書類名】 図面

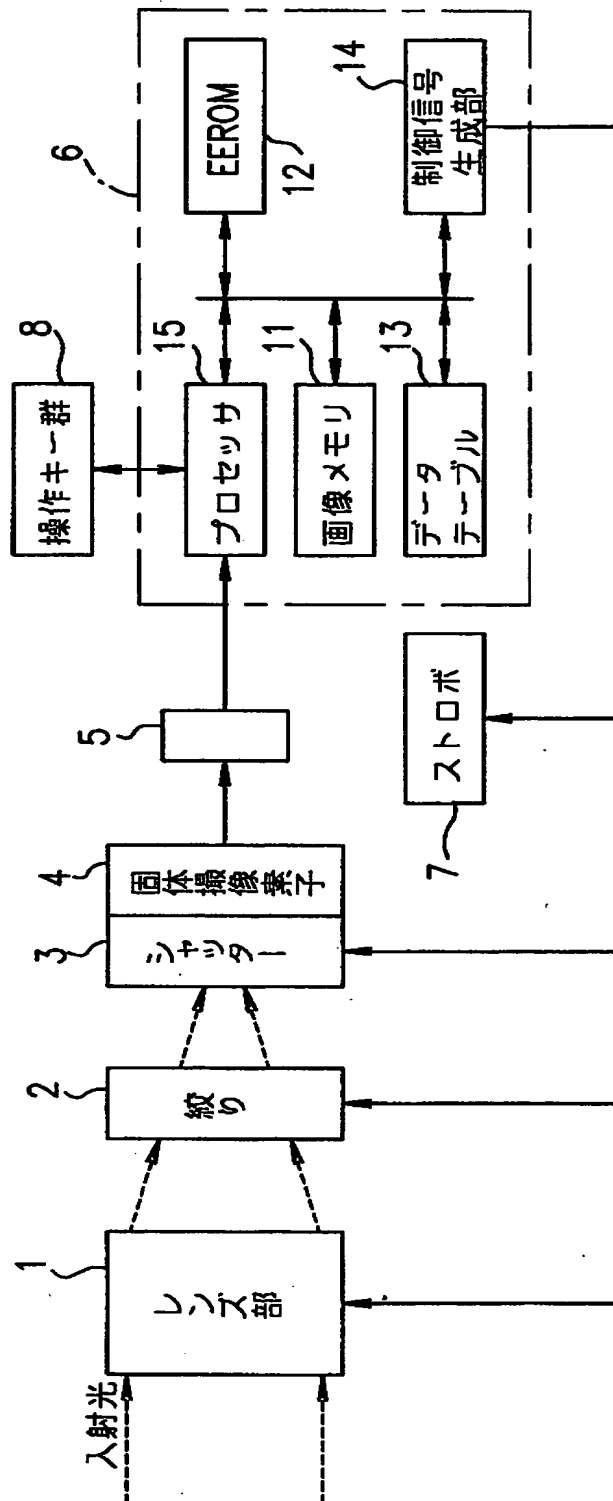
【図 1】



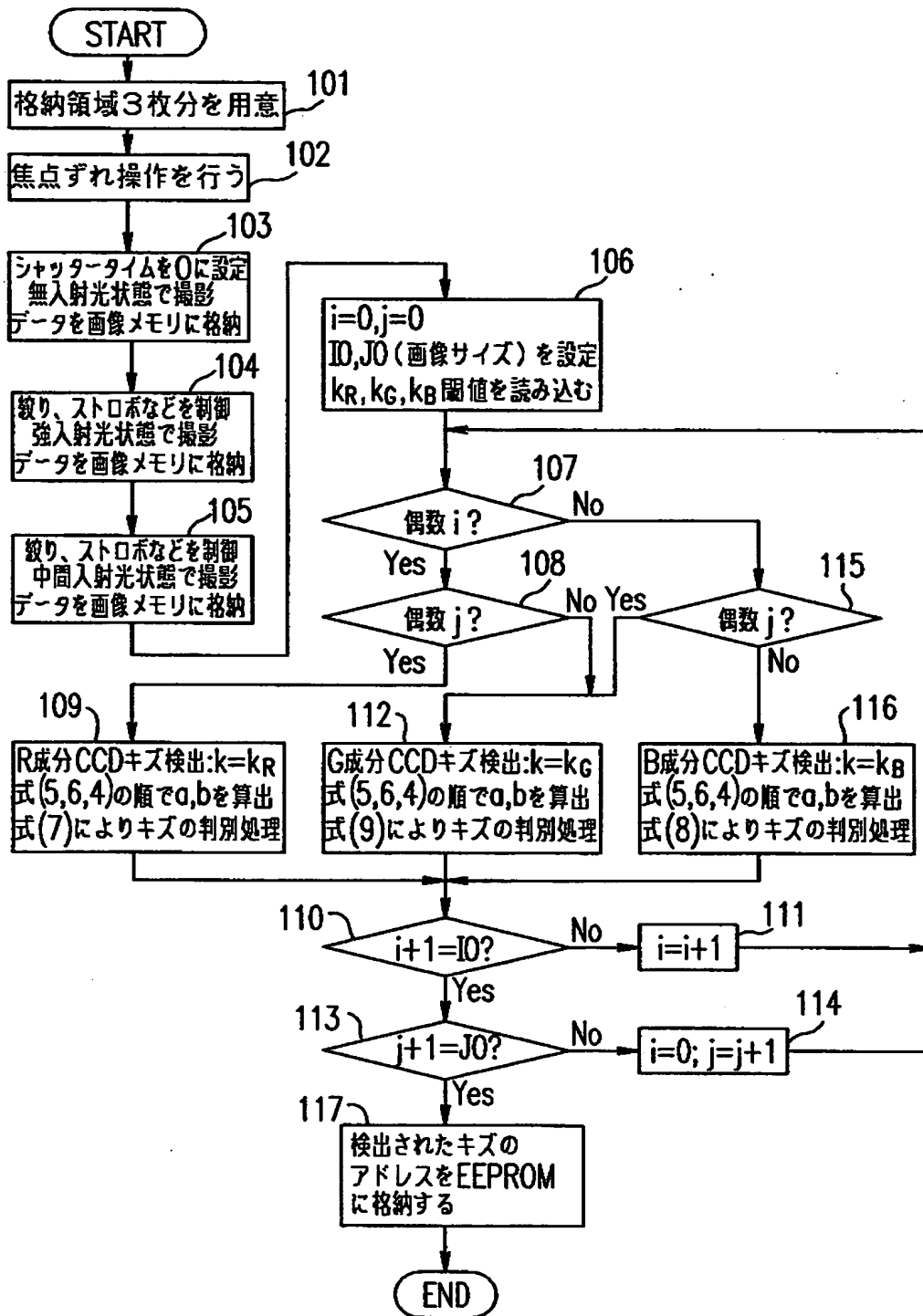
【図 2】



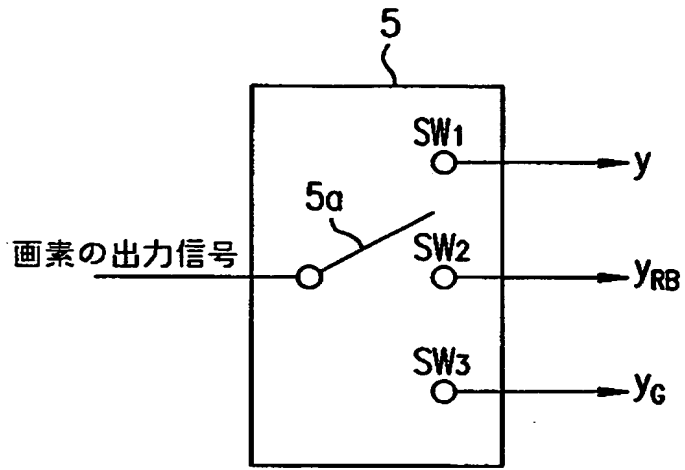
【図 3】



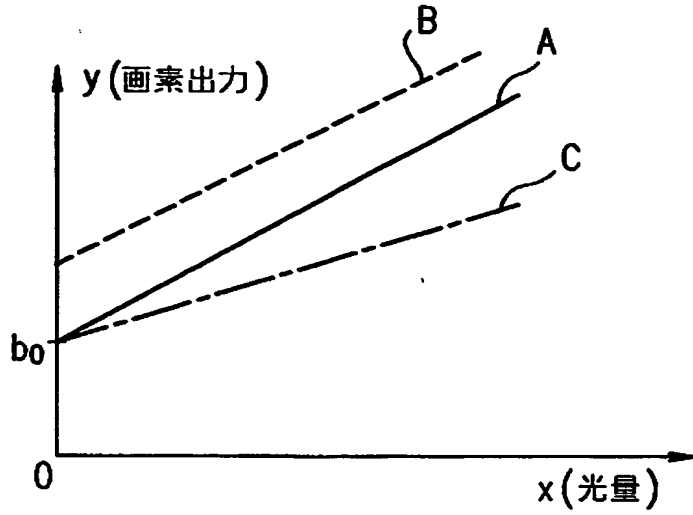
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 標準光量発生装置や格別の支援システム等を必要とせず、ユーザであっても容易に実施することが可能な固体撮像素子の画素欠陥検出装置を提供する。

【解決手段】 相互に異なる複数の入射光量に対する被検査光電変換素子の各出力を記憶する画像メモリと、該各入射光量、該各出力及び関数 $(x) = a x + b$ に基づいて、該被検査光電変換素子の光電係数 a 及び入射光量が無い状態での該被検査光電変換素子のオフセット出力レベル b を求め、該光電係数 a 及び該オフセット出力レベル b を予め設定された基準光電係数 a_0 及び基準オフセット出力レベル b_0 と比較することにより、該被検査光電変換素子の欠陥を判定する。

【選択図】 図 4

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000005049
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
【氏名又は名称】 シャープ株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100078282
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区城見1丁目2番27号 クリスタルタ
ワー15階
【氏名又は名称】 山本 秀策

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名 シャープ株式会社